



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Staden som habitat för vilda pollinerande insekter

- En möjlig tillflykt för missgynnade arter

The city as inhabited by wild pollinating insects

- A possible refuge for disadvantaged species

Julia Serfezi



Självständigt arbete • 15 HP
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2017

Staden som habitat för vilda pollinerande insekter

- En möjlig tillflykt för missgynnade arter

The city as inhabited by wild pollinating insects

- A possible refuge for disadvantaged species

Julia Serfezi

Handledare: Mattias Larsson, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Examinator: Christine Haaland, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 HP

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Bumblebee av Rafal Dudek (Licenserad under CC0)

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *solitärbi, humla, fjäril, blomfluga, blommande, nektarväxt*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Vilda pollinerande insekter spelar en viktig roll i upprätthållandet av såväl naturliga som konstgjorda, av människan skapade, landskap. De underhåller exempelvis pollineringen av blommande växter. Då insekter är mycket känsliga för miljöförändringar har deras biologiska mångfald och antal minskat under de senaste årtiondena. De hårt brukade landskapen skapar olämpliga livsmiljöer för många pollinerande insekter. I detta arbete undersöks stadens förmåga att bistå vilda pollinerande insekter med ett lämpligt habitat. Arbetet fördjupar sig i de pollinerande insekternas specifika behov i form av föda och boplatser. Vilda pollinerande insekter är en grupp bestående av många olika arter från olika ordningar, familjer och släkten. Deras skilda egenskaper sätter olika krav på omgivningen och måste även bemötas på detta sätt. De pollinerande insekternas framgång beror främst av tillgången på kvalitativ och kvantitativ föda i habitat. För vilda bin är det viktigt att denna föda finns inom flygavstånd från boplatser. För dagfjärilar är det istället avgörande om larvens födoväxt återfinns nära de adulta fjärilarnas nektarväxter.

Staden som habitat består av en komplex struktur av stenlagda ytor och betongbyggnader med grönområden avgränsade till små eller stora öar. Förtätningen av städer har lett till fragmenteringen och förstörelsen av många habitat. I staden påverkas insekterna även av kraftiga störningar som exempelvis intensiv trafik och artificiellt ljus. Trots detta har studier visat att grönområden i staden lokalt kan stödja populationer av pollinerande insekter. Spridningskorridorer är ett sätt att binda samman stadens grönområden och göra fler ytor tillgängliga för djur. Spridningskorridorerna kan även fylla den viktiga funktionen av habitat av olika typ och kvalitet. I privata trädgårdar kan mycket göras för att gynna pollinerande insekter. Trädgårdarna kan hålla en hög diversitet av både inhemska och exotiska växter som kan förse insekterna med föda under hela säsongen. En del pollinerande insekter, exempelvis vissa arter av humlor, kan vara väl anpassade för att leva i sådana områden, om de rätta förutsättningarna skapas. En del konflikter kan uppstå mellan människan och naturen när främjandet av vissa pollinerande insekter kräver att ogräs tillåts växa i stadens grönområden. Människan måste därför ställa sig i relation till vilka lösningar som är godtagbara att använda i främjandet av pollinerande insekter.

Abstract

Wild pollinating insects play an important role in the conservation of both natural and manmade landscapes where they provide pollination of flowering plants. Insects are very sensitive to environmental changes and because of this their numbers and diversity have decreased significantly over these last decades. Intensive agricultural practices make the countryside unsuitable as a habitat for many pollinating insects. This literature study investigates the possibilities of urban areas as suitable habitats for pollinating insects. This diverse group of insects consists of species from different genera and families. The different pollinating insects have specific habitat requirements as to shelter and food plants and their survival depends on these requirements being met. The presence of qualitative and quantitative food plants within the selected habitat is of major concern for the pollinating insects. For bees, these plants have to be within foraging range of the nest, and this range differs for each species. For butterflies, it is vital that the specific larval food plants grow near the adult butterfly food plants.

The city consists of a complex matrix of paved surfaces and concrete buildings with green areas limited to big or small islands. The densifying of urban areas has led to the fragmentation and disturbance of many habitats. The insect populations of urban areas are also affected by disturbances from artificial lights and intense traffic. Despite this, studies have shown that the city can provide insects with a suitable habitat. Building corridors of green is one way to connect fragmented habitats and increase the mobility of insects within the city. In private gardens, there is also a great possibility for insect conservation. Some pollinating insects, like bumblebees, can be well suited to live in these habitats if the right conditions are presented. For some pollinators, it is vital that weeds are grown as a food source for their larvae. This can create a conflict in urban greenery maintenance, and humans must therefore consider what their prime concern is. Some methods of conservation may be more suitable than others.

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Syfte.....	2
Frågeställningar	2
Avgränsningar.....	2
Material och metoder	3
Resultat.....	4
Pollinerande insekters specifika krav	4
Odlade bin påverkar vilda pollinerande insekter	5
Bin (Apoidea)	6
Fjärilar (Lepidoptera).....	8
Blomflugor (Syrphidae).....	10
Staden som habitat	11
Homogenisering av stadsbiotoper	12
Hot mot insektspopulationer i staden.....	12
Temporal och rumsliga landskapsaspekter	13
Habitatstorlek, habitatfragmentering och isolering.....	13
Ekologisk succession och störningsdynamik	15
Att anpassa staden efter insekternas behov.....	16
Spridningskorridorer	16
Privata trädgårdar och impediment i staden	17
Växtkompositioner för pollinerande insekter	18
Värdväxter för bin och humlor	19
Värdväxter för fjärilar och deras larver	20
Värdväxter för blomflugor och deras larver.....	21
Boplatser för pollinerande insekter	22
Diskussion.....	23
Referenslista.....	27
Bilaga 1 – Växtlista.....	32

Introduktion

Vilda pollinerande insekter spelar en viktig roll i upprätthållandet av såväl naturliga som konstgjorda, av människan skapade, landskap (Hinnert, Kearns, & Wessman, 2012). De underhåller exempelvis pollineringen av blommande växter. På grund av deras nyttiga egenskaper bör deras överlevnad främjas på både landsbygden och i staden (Lowenstein, Matteson, & Minor, 2015). Bevarandet av insekters biologiska mångfald kräver specifika och annorlunda åtgärder av människan rörande hennes närmiljö (Stewart, New, & Lewis, 2005). Många aspekter av en insekts liv gör den mycket känslig för de miljöförändringar som sker idag. Hårt brukade landskap som åkrar och bruksskog har skapat ogästvänliga miljöer för många djur och så även vilda pollinerande insekter (Isaksson & Lundwall, 2006). Klimatförändringar, fragmentering av habitat och agrokemikalier är några av de faktorer som påverkar pollinerande insekters överlevnad (Gill, o.a., 2016). Habitatförändringarna går hand i hand med rapporterade minskningar av pollinerande insektsarter. I Storbritannien har antalet vilda blomsterängar minskat med 97 % sedan 1930-talet, delvis på grund av urbanisering och intensifiering av jordbrukslandskap (Fuller, 1987). Under samma period upplevde landet stora minskningar av inhemska fjärilar (Thomas, o.a., 2004). Under en period på 20 år har 71% av fjärilsarterna minskat i antal. Motsvarande minskningar för andra uppmärksammade grupper i landet, inhemska fågel- och växtarter, är 28 % respektive 54 %. Insektspopulationers relativt snabba respons på ogynnsamma förhållanden gör dem till viktiga indikatorer för den omgivande miljöns välbefinnande (Thomas, o.a., 2004).

I städer har den mänskliga påverkan gjort det svårare för insekter att överleva (Lerman & Milam, 2016). Nedbrytning, fragmentering och isolering av habitat är några effekter av urbanisering och förtätning av städer. Urbana bipopulationer utsätts exempelvis för pesticider, patogener, klimatförändringar samt bristande födoresurser och boplatser. När städer och tätorter tar allt större plats i våra landskap är det viktigt att förstå hur stadens habitat istället kan stödja lokala insektspopulationer. Små habitat i staden har visat sig kunna bistå en högre andel små bin, jämfört med naturliga gräsmarker i Colorado, USA (Hinnert, Kearns, & Wessman, 2012). Här kan finnas rikligt med blommande växter till förmån för bin och andra pollinerande insekter. Genom hållbara och medvetna åtgärder i staden kan pollinerande insekter främjas.

Syfte

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka om staden kan agera habitat för olika pollinerande insekter som inte överlever i det brukade landskapet. Litteraturstudien ska även undersöka vilka specifika krav de pollinerande insekterna har, exempelvis boplatser och födoresurser. Om en artrik och arttät flora kan skapa förutsättningar för ett artrikt insektsliv i staden. Studien undersöker de ekologiska principer som ligger till grund för insekternas överlevnad och till vilken grad dessa kan integreras i staden.

Frågeställningar

1. Vilka är de viktigaste blombesökande insektsgrupperna och hur skiljer sig dessa åt med avseende på biologi och ekologi?
2. Vilka migrations- och spridningsmöjligheter har de olika insektsgrupperna och hur påverkar dessa deras möjlighet till kolonisering av olika habitat?
3. Vilka likheter och skillnader finns det mellan staden och de pollinerande insekternas naturliga habitat?
4. Hur påverkar stadens skötsel av grönområden den ekologiska successionen och artrikedomen?
5. Vilka växter kan odlas i staden för att stödja vilda pollinerare?
6. Vilka boplatser kan skapas åt vilda pollinerande insekter i staden?

Avgränsningar

Minskad biodiversitet och homogenisering av urbana landskap är något som påverkar många levande organismer (McKinney, 2006). Denna litteraturstudie fokuserar på vilda pollinerande insekter som exempelvis fjärilar och solitärbin. Dessa insekter har till skillnad från domesticerade honungsbin inte fått lika stor uppmärksamhet i forskning kring växt – insekt interaktioner (Gill, o.a., 2016). Studien undersöker hur stadens uppbyggnad och utformning av grönområden påverkar och eventuellt kan gynna vilda pollinerare. Odlingen av växter och deras roll står i fokus i detta arbete. Dammar och vattenområden i staden är viktiga för den biologiska mångfalden (Johansson, 2015). Trots att dessa områden förser olika organismer med boplatser och föda är detta ett ämne som inte kommer att beröras i denna litteraturstudie. Naturen och växters inverkan på människan och hennes husdjur är ett ämne som är svårt att undvika då staden byggs för att tillgodose människans behov (Niemelä, 1999).

Studien fördjupar sig inte i lösningar för de potentiella konflikter som kan uppstå, utan kommer endast undersöka utifrån pollinerarnas behov. Växtskyddsmedel och kemikalier påverkar pollinerande insekter i staden (Miller-Klein, 2010). Arbetet kommer inte att gå djupare in i detta område. Studien kommer fokusera på tre huvudsakliga grupper av pollinerare: bin, fjärilar och blomflugor.

Material och metoder

Detta arbete är en litteraturstudie främst baserad på referentgranskade artiklar. Artiklarna är delvis hämtade från SLU:s databaser via bibliotekets söktjänst Primo men även från Web of Science och Google Scholar. Via referenslistan i de artiklar som ansetts ha relevant information har sedan nya artiklar hittats. *Insect Conservation Biology – Proceedings of the Royal Entomological Society's 23rd Symposium* är ett av verken som lett vidare till användbara artiklar och studier (Stewart, New, & Lewis, 2005). Jag har valt att fokusera på engelskspråkiga studier från länder med ett klimat som kan liknas vid det svenska klimatet, exempelvis England (Thomas, o.a., 2004). Den svenskspråkiga litteraturen består av böcker lånade på SLU:s bibliotek i Alnarp. De berör uppbyggnaden och utformningen av svenska städer samt de växter och djur som påträffas där (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994; Isaksson & Lundwall, 2006). De sökord som genererat mest relevanta artiklar är 'pollinator' och 'urban' i kombination med 'fragmentation'. Även ord som 'interaction' och 'plant' har gett användbara resultat.

Under arbetets gång sammanställs en lista med lämpliga växter att odla för olika grupper av pollinerande insekter. Listan baseras främst på två olika böcker från SLU:s bibliotek i Alnarp men även på andra källor som jag kommit över under arbetets gång. Ytterligare källor finns att tillgå i detta ämne men det rymdes inte i mitt arbete att bearbeta fler.

Resultat

Pollinerande insekters specifika krav

De flesta insekter kräver väldigt specifika habitat och mikrohabitat (Stewart, New, & Lewis, 2005) där kvalitén är en av de viktigaste faktorerna (Angold, o.a., 2006). Insekternas behov förändras också under deras olika livsstadier (Stewart, New, & Lewis, 2005). Exempelvis lever fjärilslarver ej av samma föda som de adulta fjärilarna (Isaksson & Lundwall, 2006). Insekter har relativt korta livscyklar och är ofta inte benägna att förflytta sig långa sträckor. Olika pollinerande insekter påverkas olika mycket av landskapets utformning och närhet till lämpliga habitat (Ekroos, Rundlöf, & Smith, 2013). Humlor och fjärilars artrikedom minskar konsekvent med ökat avstånd till semi-naturliga gräsmarker. Blomflugors artrikedom påverkas däremot inte av detta. Insekter har svårt att undkomma ogynnsamma förhållanden och det gör dem mycket känsliga för fragmentering och förändringar av ekosystem (Stewart, New, & Lewis, 2005).

Ett antal grupper av pollinerande insekter, exempelvis bin, fjärilar ochflugor är beroende av nektar och pollen för sin överlevnad (Goulson, 2010). Nektar förser insekterna med socker och vatten som är viktiga för en adult insekts aktiva livsstil. Pollen är mycket proteinrikt och viktigt för larver och yngre insekters utveckling. Det är dock generellt adulta, vingade insekter som specialiserats i att samla föda, då de juvenila insekterna inte har den mobilitet som krävs (Goulson, 2010). Bin har exempelvis löst detta problem genom att de adulta insekterna samlar in och förser larverna med föda. Tillräcklig föda kan vara svår att finna även för vingade insekter (Goulson, 2010). Växternas distribution av pollen och nektar kan vara otillgänglig i både tid och rum, och den tillgängliga födan kan variera kraftigt i mängd mellan olika individer av samma art eller olika blommor på samma planta. Faktorer som kan påverka detta är bland andra genetik och den omgivande miljöns påverkan på växt-insektsrelationen. Vidare är det många växter som gömmer belöningen i komplexa blomstrukturer som bara insekter med rätt morfologi kan komma åt (Goulson, 2010). Ett exempel på detta är växten Harris (*Cytisus scoparius*) som producerar mycket pollen som endast är tillgänglig för tunga insekter, exempelvis humlor. Även om en insekt besitter rätt morfologiska egenskaper kan det ta tid för dem att lära sig hantera komplexa blommor (Goulson, 2010). Insekterna behöver sedan använda sig av denna kunskap och navigera genom komplexa landskap bestående av olika växtarter med skilda förutsättningar.

De flesta pollinerande insekter har flexibla blompreferenser och kan livnära sig på ett stort antal växter av olika arter, beroende på tillgängligheten (Goulson, 2010). Lika så besöks de flesta växter av flera olika insektsarter, även om inte alla är effektiva pollinerare. Några av insekterna som besöker blommor är inte specialiserade på pollen eller nektar som föda och kan då endast besöka enkla blommor. Flockblommiga växter (Apiaceae) förser insekter med en lättillgänglig plåt där även de som saknar rätt morfologi, exempelvis polyfaga skalbaggar och flugor, kan tillgodogöra sig pollen (Goulson, 2010). De flesta pollinerande insekter är dock specialiserade med antingen nektar, pollen eller båda som huvudsaklig födokälla. Detta för med sig lämpliga morfologiska anpassningar, exempelvis förlängda sugande mundelar.

Insekter som letar efter nektar eller pollen visar på inlärd beteenden i valet av blommor (Goulson, 2010). De väljer främst att besöka blommor som tidigare gett belöning. Detta beteende gör att insekterna undviker att besöka olämpliga blommor, men det gör även att de missar en del lämpliga blommor under färden.

Odlade bin påverkar vilda pollinerande insekter

Honungsbiet, *Apis mellifera*, är den främst använda pollinatören runt om i världen (Rader, o.a., 2016). Honungsbin är effektiva pollinatörer av såväl vilda blommor som odlade grödor (Gill, o.a., 2016). De är generalister, vilket innebär att de kan samla pollen från ett stort antal växter (Jordbruksverket, 2017). Detta gör dem väl anpassade att leva i många olika habitat av olika kvalité, och kan då också konkurrera ut inhemska arter av pollinerande insekter. Domesticeringen av honungsbin har gjort det möjligt för människan att utnyttja deras egenskaper genom att placera konstgjorda bikupor i landskap med ett stort pollineringsbehov. Till skillnad från vilda pollinerande insekter, har odlade honungsbin fått mycket stor uppmärksamhet i forskning kring växt- och insekts interaktioner (Gill, o.a., 2016). Trots att deras mycket viktiga roll som pollinerare inte kan förbises, måste även vilda pollinerande insekter främjas. Diversitet bland pollinerande bin har visat sig ha ett högt värde för denna viktiga ekosystemtjänst (Lowenstein, Matteson, & Minor, 2015). Pollination som en hållbar ekosystemtjänst kan inte förlitas på endast en eller ett fåtal domesticerade arter (Gill, o.a., 2016). Den måste bestå av en divers gemenskap av växt- och insekts interaktioner för att försäkra att olika organismers krav tillgodoses. För att främja pollineringen av växter måste en förståelse skapas för vilka hot som finns mot vilda pollinerande insekter. Diversitet bland pollinerande insekter har visat på ökad eller komplementär pollinering av växter på grund

av variationer i beteende och morfologi hos dessa insekter (Blüthgen & Klein, 2011). Det kan exempelvis röra sig om att olika insekter besöker olika delar av en och samma blomma, eller att de besöker olika blommor på en och samma växt. Detta förbättrar kvaliteten och/eller kvantiteten av pollineringen. Lika så kan diversitet i olika arter av blommande växter bättre förse insekters behov av pollen och/eller nektar (Blüthgen & Klein, 2011).

Honungsbin är inte de enda effektiva pollinatörerna av odlade eller vilda växter (Rader, o.a., 2016). Andra pollinerande insekter kan exempelvis tillhöra ordningarna Diptera, Lepidoptera och Coleoptera. Även andra insektsarter från ordningen Hymenoptera är viktiga i detta sammanhang, exempelvis solitärbin och humlor. I en undersökning visade Rader o.a. (2016) att pollinering utförd av andra insekter än bin står för ca 38% av blombesök medan pollinering utförd av honungsbin står för 39%. Andra bin än honungsbin, exempelvis solitärbin, står för ca 23% av blomvisiterna. Flera arter av bin kan leva och frodas i ett och samma område om deras specifika födoresurser skiljer sig åt (Ranta & Lundberg, 1980). Begränsade födoresurser kan dock tvinga olika arter att konkurrera om samma föda (Herbertsson, Lindström, Rudlöf, Bommarco, & Smith, 2016). Populationer av domesticerade honungsbin (*Apis mellifera*) har visat sig konkurrera ut pollinerande insekter som exempelvis humlor, solitärbin och blomflugor (Lindström, Herbertsson, Rundlöf, Bommarco, & Smith, 2016). Studien undersökte detta fenomen i blommande rapsfält (*Brassica napus*) som ansågs förse insekterna med rikliga mängder föda. Trots detta visade studien att antalet vilda pollinerande insekter minskade i områden med utsatta bikupor. Även Thomson (2004) visade i en experimentell studie att humlor (*Bombus occidentalis*) i Kalifornien, USA, påverkades negativt av europeiska honungsbins närvaro. Populationerna av *B. occidentalis* fann inte tillräckligt med nektarresurser i områden med utsatta bikupor. Tätheten av honungsbin är lägre i staden än i det omgivande landskapet (Lowenstein, Matteson, & Minor, 2015). Detta ger en möjlighet att utvärdera vilda bins förmåga att upprätthålla pollineringen i staden.

Bin (*Apoidea*)

I staden är antalet bin oftast mindre än i semi-naturliga och naturliga miljöer (Lowenstein, Matteson, & Minor, 2015). Trots detta har ett relativt stort antal solitärbin dokumenterats i urbana miljöer. I dessa miljöer har antalet bin varit högre i mer tätbefolkade stadsområden (Lowenstein o.a. 2014). Detta kan bero på människans benägenhet att odla blommande växter i sin närhet. Bin influeras av såväl lokala betingelser som det bredare landskapet (Hinnert,

Kearns, & Wessman, 2012) Solitärbins reproduktion kräver att olika resurser återfinns i området runt deras boplat (Gathmann & Tscharntke, 2002). Resurserna omfattar exempelvis nektar som föda för de adulta bina och rikligt med pollen åt larverna. Även artspecifika boplatser och material till konstruktionen av deras bon är viktiga faktorer. I solitärbins habitat är oftast boplaten och födoväxterna rumsligt skilda från varandra (Gathmann & Tscharntke, 2002). Binas framgångsrika reproduktion avgörs här av förmågan att förflytta sig dessa avstånd. Gathmann och Tscharntke (2002) visade i sina tester att solitärbin kan ta sig mellan 150 och 600 m från sin boplat för att finna föda. Oligolektiska bin kan förväntas ta sig längre än de polylektiska, då födan kan vara mer sällsynt eller finnas längre bort. Gathmann och Tscharntkes (2002) tester visade dock inga resultat på att de oligolektiska bina skulle ha förmågan att ta sig längre än de polylektiska. Deras tester visade istället att binas kroppsstorlek är den viktigaste indikationen för hur långt de kan flyga för att finna föda. Om större individer kan ta sig längre sträckor bör fragmenterade områden, exempelvis urbana miljöer, främst koloniserar av större bin. Sociala bin kan förväntas klara sig bättre i dessa miljöer på grund av deras stora storlek i tempererade klimat och förmåga att ta sig långa sträckor för att finna föda (Gathmann & Tscharntke, 2002).

Små solitärbin har svårare än större bin, att finna tillräckligt med föda i artfattiga områden (Gathmann & Tscharntke, 2002). I artfattiga miljöer kan varje furageringstillfälle ta 50 % längre tid än i artrika miljöer. Artrika, äldre och stora habitat tillgodoser solitärbins behov och gynnar pollineringen av blommande växter. Furageringen påverkas även av landskapets komplexitet (Steffan-Dewenter & Kuhn, 2003). I enkla landskap blir den födosökande rutten längre än i komplexa landskap. Detta kan bero på att tillgängligheten av pollenrika växter är lägre i de enkla landskapen, vilket driver bina att ta sig längre sträckor för att samla tillräckligt med föda.

Olika arter av humlor (*Bombus* spp.) skiljer sig från varandra i furageringsrelaterade egenskaper (Wather-Hellwig, o.a., 2006). En av dessa egenskaper är tungans artspecifika längd, som avgör vilka blommor de väljer att samla föda från. Generellt föredrar humlor blommor med en något kortare krona än deras tunga. Tungans artspecifika längd är även ett sätt för humlorna att minska konkurrensen mellan arterna då de söker föda från olika växter (Miller-Klein, 2010). Tiden det tar en humla att hantera en specifik blomma varierar mycket beroende av blommans morfologi. Enkla blommor kan ta så lite som en sekund att gå

igenom, medan komplexa blommor kan upp till 10 sekunder. Om blomman inte innehåller någon belöning är detta viktig, bortkastad tid för humlan. Det är därför avgörande för humlor att utveckla ett säkert system för att endast besöka blommor med tillräckliga belöningar. Precis som andra bin kan olika humlor söka efter föda på olika stora avstånd från sin boplats/koloni, där större humlor kan flyga längre avstånd (Goulson D. , 2010).

Bin har medfödda färgpreferenser för blommor, specifikt för färgerna violett och grön. (Goulson, 2010). Deras preferens kan dock ändras med erfarenhet och inläring. De uppvisar ett snabbt sensoriskt lärande och kan använda sig av färg, form och doft för att identifiera en växtart som tidigare försett dem med en belöning. När flera anvisningar finns tillgängliga kan de kombinera dessa för att ta ett mer noggrant beslut. Binas beslutstagande underlättas också om blommans färg skiljer sig mycket från det omgivande landskapets färg (Goulson, 2010). Då lär de sig snabbt och exakt att identifiera en belönande blomma. Bina lär sig att fokusera på specifika karaktärsdrag hos blommor, som tidigare associerats med belöningar i form av nektar eller pollen. Inläringen av detta kan ta mellan tre och fem besök till blommor av samma art (Goulson, 2010). Det inlärd beteendet kan sedan finnas kvar under några minuter, timmar eller dagar och kan sedan ändras. Den inlärd preferensen skiljer sig även mellan olika individer av samma art. Inlärd blompreferens och associerat beteende har främst studerats hos honungsbin och humlor, men har även upptäckts hos andra pollinerare som exempelvis fjärilar, blomflugor och en del skalbaggar (Goulson, 2010).

Fjärilar (Lepidoptera)

Adulta fjärilar är oftast kortlivade och starkt beroende av vädret för sina aktiviteter, reproduktion och furagering (Goulson & Cory, 1993). Dessa aktiviteter förses med energi som delvis tas upp och lagras under fjärilens larvstadie. Adulta fjärilar samlar även energi i form av nektar från blommor. Under en fjärils adulta stadie är reproduktion och spridning viktiga aspekter för artens fortlevnad (Goulson & Cory, 1993). Fjärilshonans fekunditet påverkas av tiden det tar att finna en lämplig äggläggnings plats. Fjärilshanar påverkas av tiden det tar att finna en lämplig hona. Furageringens tid och tillgängligheten på nektar i habitatet kan därför påverka fjärilarnas reproduktion och är viktig för arternas fortlevnad (Jani, Kunte, & Webb, 2016). Goulson och Cory (1993) visade i sina experiment att rapsfjärilen (*Pieris napi*) kan lära in nya furageringsbeteenden. Fjärilarna av denna art lär sig vilka blommor som ger belöning och besöker främst dessa. Detta experiment visade även att blommans färg inte spelar någon

signifikant roll om belöningen är konsekvent (Goulson & Cory, 1993). Det är istället det inlärdade beteendet som påverkar vilka blommor som besöks. Olika arter av fjärilar visar på varierande mängd specialisering vid val av blommor (Jani, Kunte, & Webb, 2016). Under högsäsong då det finns rikligt med nektar kan fjärilarna välja att endast besöka några specifika växtarter. Vilka blommor som besöks kan även variera med säsongen eller tillgängligheten i habitatet. I ett experiment visade Weiss (1997) att fjärilar av arten *Battus philenor* har en medfödd preferens för gula blommor och en sekundär preferens för blåa och lila blommor. 67% av fjärilarnas första visit är till gula blommor och sammanlagt 30% till blåa och lila blommor. I ett annat experiment undersöks samma arts förmåga att lära in en ny färgpreferens (Weiss, 1997). Fjärilarna kan efter 10 blombesök lära in ett nytt beteende och koncentrera sökandet till den belönande färgen. (Weiss, 1997). Fjärilens specialisering kan alltså ses som en komplex relation mellan artrikedomen, habitatstruktur, klimatförhållanden och artspecifika preferenser (Jani, Kunte, & Webb, 2016).

Till ordningen Lepidoptera tillhör också malar, mestadels nattaktiva fjärilar, som även dessa är viktiga pollinerare (Bates, o.a., 2014). De vanligaste och allmänt spridda arterna tycks spela en viktig roll i upprätthållandet av ekosystem. Malar attraheras till blommande värdväxters doft (Cunningham, Moore, Zalucki, & West, 2004). Doften består av flyktiga komponenter i komplexa kombinationer. Malar har en medfödd preferens för dofter av specifika värdväxter, och kan på så sätt skilja dessa från omgivande plantor. De kan också, precis som fjärilar, lära in en ny doft associerad med en belöning i form av nektar.

Angold o.a. (2006) undersökte hur fjärilspopulationer påverkas av urbanisering, fragmentering av habitat och spridningskorridorers närvaro. De arter som undersöktes i denna studie var *P. napi*, *Maniola jurtina*, *Coenonympha pamphilus* och *Pyronia tithonus*. I denna studie visade dessa fyra fjärilsarter ingen påverkan av avståndet till omkringliggande habitat. Angold o.a. (2006) fann ingen signifikant relation mellan genetisk variation och avståndet till andra habitat där samma fjärilsarter återfanns. Detta indikerar att dessa fjärilars spridningsförmåga inte är en avgörande faktor för arternas fördelning i storstadsområdet. Fjärilarna tycks kunna röra sig fritt mellan olika habitat i staden. Istället är habitatets tillgänglighet och kvalitet den begränsande faktorn. Angold o.a. (2006) förklarar att dessa resultat överensstämmer med hypotesen att fjärilarna kan röra sig fritt inom staden. Flera länder i Europa, exempelvis Storbritannien, Finland och Nederländerna, har uppmärksammat

minskningar av malar under de senaste decennierna (Bates, o.a., 2014). Anledningarna till dessa minskningar sägs vara förlusten och fragmenteringen av habitat orsakade av bl.a. ljusföroreningar, urbanisering och intensifiering av jordbrukslandskap. Bates, o.a. (2014) menar att bevisen för malarnas minskningar är få och att en kombination av många olika faktorer kan ligga till grund för detta.

Blomflugor (Syrphidae)

Blomflugor är en familj i insektordningen tvåvingar, Diptera. Familjen har ett stort antal arter varav de vuxna blomflugorna är viktiga pollinerare som livnär sig på pollen eller nektar (Bartsch, 2009). Blomflugor är generellt inte lika välstuderade som andra pollinerande insekter men nya studier visar på deras viktiga roll som pollinerare (Inouye, Larson, Ssymank, & Kevan, 2015). Relationen mellan blommor och flugor är generellt inte specialiserad men även sådana exempel finns. De växter som pollineras av flugor, pollineras även av andra insekter och flugorna i sin tur besöker ett brett urval av blommor (Inouye, Larson, Ssymank, & Kevan, 2015). Detta är energieffektivt för flugorna då de inte behöver spendera tid på att lära sig att söka upp och förtära föda från en specifik blomma. Specialisering och mutualism förekommer också inom ordningen Diptera. För vissa flugor är det säkert att åter besöka en blomma som tidigare gett belöning (Inouye, Larson, Ssymank, & Kevan, 2015). Detta sker lättast om blommorna är enkla att finna och manövrera. En del furageringsbeteenden kan liknas vid de hos Hymenoptera och andra pollinerare där tillvägagångssätten skiljer sig mellan individer och populationer baserat på deras tidigare erfarenheter (Inouye, Larson, Ssymank, & Kevan, 2015).

En del blomflugor är rovdjur som larver vilket innebär att de äter exempelvis bladlöss (Jovičić, o.a., 2017). Andra larver är fytofaga, exempelvis släktena *Merodon* och *Cheilosia* som livnär sig på växtrötter eller bulber (Jovičić, o.a., 2017). *Merodon* och *Cheilosia* är de största släktena av fytofaga blomflugor med ett potentiellt högt värde som pollinerare. Släktet *Merodon*, på svenska kallade Narcissblomflugor, återfinns främst i landskap med rikliga mängder lökväxter (Jovičić, o.a., 2017). Blomflugor är kapabla att flyga längre sträckor men de flesta arter är icke-migrerande. Jovičić, o.a. (2017) menar att en skala på 2 km är lämplig vid undersökandet av blomflugornas interaktion med landskapet och dess struktur. Deras studie gav resultat som visar på vikten av landskapets struktur och användning för blomflugornas artsammansättning. Habitatets förbindelse till omgivningen och mängden störningar i

området var de faktorer som främst påverkade blomflugornas artsammansättning (Jovičić, o.a., 2017). Människans förändring och påverkan av habitatet, via exempelvis agrikulturell odling förändrar de villkor som blomflugorna måste förhålla sig till. Arter av *Cheilosia* påverkas negativt av habitatfragmentering (Jovičić, o.a., 2017). Öpnna och sammanhängande habitat påverkar diversiteten av blomflugorna positivt. Polyfaga blomflugor tros ha en evolutionär fördel i dessa landskap då de har ett stort antal värdväxter att utnyttja.

Staden som habitat

Vid studerandet av urbana ekosystem, deras mönster och processer, integreras teorier och metoder ur både naturvetenskaplig och social forskning (Grimm, o.a., 2008). Den urbana ekologin ser städer som heterogena och dynamiska landskap med komplexa, anpassningsbara ekosystem. Urbana ekosystem styrs i grunden av samma ekologiska principer som landsbygdens ekosystem (Isaksson & Lundwall, 2006). Den relativa vikten av specifika processer och mönster kan däremot skiljas åt. Urbana miljöer består av komplexa landskap med höga nivåer av fragmentering och isolering (Grimm, o.a., 2008). Stora byggnader i betong och asfalterade ytor är vanliga inslag i staden (Niemelä, 1999). Gröna ytor, stora som små, är isolerade från varandra och mer öliknande. Grönområdets storlek är ofta positivt korrelerad till dess artrikedom.

I staden är det människor som bestämmer vilka växtarter som ska finnas samt tätheten och variationen i vegetationen (Grimm, o.a., 2008). Dessa urbana ekosystem utgör sedan basen för andra funktionella grupper, exempelvis växtätare och nedbrytare. Stadens växt- och insektssamhällen skiljer sig ofta från den omgivande landsbygdens kolonier på grund av de främmande och nya livsmiljöer som byggts upp av människan. (Angold, o.a., 2006). Här kan olika habitat förse en mängd växter och djur med nödvändiga resurser i något oväntade kombinationer. De grönytor som redovisas i kommunala planer är oftast en begränsad del av de faktiska grönytorna i staden (Isaksson & Lundwall, 2006). Tätortens grönstruktur måste ses i sin helhet. Det innefattar att olika obebyggda, ej hårdgjorda ytor, impediment kring vägar och industrier samt privata trädgårdar räknas in. Olika ytor kan däremot besitta kvalitativa skillnader och måste också utvärderas utifrån dessa. Vidare kan staden bidra med information kring olika ekosystems uppbyggnad och fundamentala processer (McKinney,

2006). Här finns möjligheten att implementera hållbara ekosystem som stödjer en ökad biologisk månfald och ekosystemtjänster.

Homogenisering av stadsbiotoper

Stadens biodiversitet sett ur ett globalt perspektiv kan visa på en stor homogenisering (McKinney, 2006). Det beror på att städerna byggs för att tillgodose människans relativt snäva behov (McKinney, 2006). Exempel på dessa behov är vägar anpassade för fordon eller fotgängare och bostäder. Olika urbana ekosystem liknar varandra i såväl struktur, som i funktioner och restriktioner. En del arter av växter och djur anpassar sig lätt till staden som habitat och förekommer i stora mängder. Dessa arter sprids via människans transporter av resurser och blir vanliga inslag i städer runt om i världen (McKinney, 2006). På grund av sitt stora antal och sin goda anpassning till stadslivet kan de, lokalt och regionalt, konkurrera ut inhemska arter i olika områden. Exempelvis fann Angold o.a. (2006) att obebyggda marker i staden håller en större andel immigrerade växtarter än den omgivande landsbygden. Stadens ekosystem är mer utsatta än naturliga ekosystem på grund av de radikala förändringar som skett i området (McKinney, 2006). Detta är en ytterligare faktor som bidrar till att invasiva arter lätt får fäste i staden. En bidragande faktor till homogeniseringen av städerna är de invasiva arternas brist på naturliga fiender i det nya habitatet. Detta kan bero på att människan aktivt valt att eliminera eller minska antalet naturliga fiender eller att dessa inte överlever i det nya klimat som skapats. Homogeniseringen förekommer dock i olika stadier i olika geografiska områden beroende på den mänskliga populationens tillväxt och områdets inhemska artsammansättning (McKinney, 2006).

Hot mot insektspopulationer i staden

Staden tillför, förutom de generella hoten mot insekters överlevnad som exempelvis habitatfragmentering, även ytterligare påfrestningar (New, 2015). De miljöer som skapas i staden påverkar naturliga processer som i sin tur har en stor påverkan på insektspopulationerna. Ett av dessa fenomen är urbana värmeöar (New, 2015). Urbana värmeöar syftar till ett storstadsområde som är märkbart varmare än de omgivande miljöerna. Det varmare klimatet i urbana områden beror delvis på reducerad vegetation och den förhållandevis stora mängden stenlagda ytor. Temperaturen ökar med urbaniseringsgraden och skapar en komplex miljö av temperaturskillnader mellan stadens olika områden och dess

angränsande landsbygd (New, 2015). Spillvärme från byggnader och den urbana atmosfärens isolerande effekt påverkar denna komplexa miljö ytterligare. En av effekterna av urbana värmeöar är tidigare blommning hos vårblommor och örtartade växter (New, 2015). Detta påverkar relationen mellan pollinatörer och blommande växter och kan leda till förlusten av synkronisering mellan dessa arter.

Artificiellt ljus i staden, från exempelvis gatlyktor och reklamskyltar, är ännu ett fenomen som påverkar insekter (New, 2015). Det artificiella ljuset skapar förvirring och avikleser från insekternas naturliga beteenden i både lokala och storskaliga sammanhang. Effekter av det artificiella ljuset, som exempelvis "urban skyglow" skapar för insekterna en förvrängd syn av staden som ett lämpligt habitat. Gatlyktor kan locka stora antal malar och andra nattaktiva insekter och på så sätt distrahera dem från deras naturliga flyttvägar (New, 2015). Insekter samlade kring nattljus är också mer utsatta för rovdjur aktiva under natten och gryningen.

Vägar och trafik påverkar insekter även utanför stadens gränser men är mest uppmärksammat i urbana förhållanden (New, 2015). Här kan en kombination av två huvudsakliga effekter nämnas där den första är insekters död till följd av intensiv trafik. Detta benämns med termen "road kill" och är relevant i både staden och på landsbygden (New, 2015). Pågrund av insekternas ringa storlek är det svårt att noggrant bedöma hur hög dödligheten är. Antalet döda insekter i trafiken påverkas av olika faktorer så som antal fordon på vägen, insektspopulationers storlek och vilka habitattyper som finns nära och intill vägen (New, 2015). Den andra effekten är vägar och gator som barriärer för insekters rörelse i staden. Byggandet av nya vägar leder till störningar i insekters habitat i form av fragmentering, kompakterad jord och hårdgjorda ytor. Insekters tendens att korsa vägar ökar också risken för kollision med fordon. Intensiv trafik i staden kan även leda till ackumulerandet av gifter i insekterna (New, 2015). Studier har visat att mängden bly i insekter ökar med minskat avstånd till trafikleder.

Temporala och rumsliga landskapsaspekter

Habitatstorlek, habitatfragmentering och isolering

Antalet arter och diversiteten i ett habitat är positivt korrelerade till habitatets storlek (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Detta gäller främst arter av djur, där även habitatets

form och struktur är viktig. En annan viktig aspekt är variationen av livsmiljöer sett över ett större område (Tscharntke & Brandl, 2004). Biodiversitet och interaktioner mellan trofiska nivåer påverkas av regionala förhållanden. Insektspopulationers spridningsförmåga påverkas av avståndet mellan landskapets olika delar. Det påverkar även furageringen, alltså avståndet en insekt tar sig för att finna föda. En arts upplevda levnadsrum kan påverka dess trofiska nivå i ekosystemet (Tscharntke & Brandl, 2004). Exempelvis storlek, specialisering, sällsynthet och föränderlighet i populationen är egenskaper som påverkas av detta. Det omgivande landskapet influerar alltså hur habitatets storlek och form påverkar det lokala insektssamhällets struktur. Habitatfragmenteringens effekt på biodiversiteten i ett område kan ses ur ett landskapsperspektiv och innefattar då både livsmiljöers uppdelning och förlusten av livsmiljöer (Fahrig, 2003). Fragmenteringen av habitat kan mätas på olika sätt vilket leder forskare och författare att dra olika slutsatser gällande konsekvenserna. Fahrig (2003) förklarar att resultaten av dessa studier kan vara svåra att tolka då en del forskare mäter fragmenteringen på ett sätt som inte skiljer mellan förlusten och uppdelningen av livsmiljöer. Studier har visat på tydliga samband mellan förluster av livsmiljöer och en negativ påverkan på områdets biodiversitet (Fahrig, 2003). Sambanden mellan minskad biodiversitet och livsmiljöers uppdelning eller isolering är inte lika tydliga och kan ibland visa på motsatsen. Generellt förväntas större fragment av habitat att kunna hålla större, stabilare populationer och en högre biodiversitet. Fragmentering påverkar specialiserade insekter mest eftersom att de har svårare att anpassa sig till habitatförändringar (Holt, Lawton, Polis, & Martinez, 1999). Detta har observerats hos fjärilar i relation till växter (Steffan-Dewenter & Tscharntke, 2000). Vid förändringar i habitatet minskade endast antalet specialiserade fjärilar mer än antalet växter.

Effekter av urbanisering kan ur olika synvinklar både gynna och missgynna biotiska samhällen (Niemelä, 1999). Urbaniseringen är ett extremt exempel av människans påverkan på olika ekosystem. Människans påverkan kan skapa livsmiljöer i staden som inte existerar någon annanstans. Denna variationen av habitat kan främja en annan typ av diversitet (Niemelä, 1999). Urbaniseringen kan även påverka den biologiska mångfalden negativt när naturliga habitat och boplatser försvinner (Niemelä, 1999). I urbana miljöer kan insekter och deras föda, växter eller andra insekter, vara rumsligt avgränsade från varandra (Fenoglio,

Videla, Salvo, & Valladares, 2013). Detta påverkar också deras möjlighet till kolonisering och överlevnad.

Ekologisk succession och störningsdynamik

De temporala aspekterna av ett landskap och dess utveckling över tid kan förklaras med hjälp av begreppet succession (Sjöman & Slagstedt, 2015). Succession beskrivs av Sjöman och Slagstedt (2015) som "förändringen av artfördelningen ur ett tredimensionellt perspektiv på en plats över tid". Två typer av succession kan ta plats efter en störning i landskapet, primär succession och sekundär succession, varav den senare aspekten kan användas för att beskriva urbana landskap. Sekundär succession, till skillnad från primär succession, sker på en plats där en redan existerande vegetationsmiljö utsatts för en störning (Sjöman & Slagstedt, 2015). En typisk karaktär för urbana ekosystem är att de befinner sig i ett tidigt utvecklingsstadium. (Niemelä, 1999). Denna karaktär underhålls exempelvis av den återkommande skötseln, gräsklippning och beskärning av träd och buskar, som sker i stadens grönområden. Stadens ekosystem är mycket påverkat av människan (Niemelä, 1999) och karakteriseras, i likhet med agrikulturella ekosystem, som mycket störda landskap (Lowenstein o.a., 2014). Dessa störningar kan vara naturliga eller externa. Till skillnad från externa störningar är naturliga störningar viktiga för bibehållandet av den inhemska diversiteten. De externa störningarna, exempelvis uppförandet av byggnader och utgrävningar av mark, påverkar diversiteten och successionen av ett område negativt. Detta sker genom förlusten av inhemsk växtlighet, näringsämnen i marken och inhemska fröbanker i jorden.

Parker och grönområden kan ses som ett svar på människornas behov av natur i staden (Andersson, 1982). Människans naturbehov är ett faktum men relationen till parken är komplex. Parken ska uppfylla många olika behov som varierar över årstiderna och även påverkas av människans ålder, sinnesstämning och sociala förhållande (Andersson, 1982). I allmänhet, upplevs av människan, ett vårdat och ansat grönområde som positivt (Burman, 1980). Detta känns igen i parker och trädgårdar som uppradade buskar, kortklippta gräsmattor och uppstammade träd. Stadens grönområden anläggs också för att underlätta rationell skötsel. Strävan efter lättskötta och vårdade grönområden kan ge ett ensartat uttryck (Burman, 1980). Utvecklingen av grön struktur i staden varierar också mycket mellan olika områden (Niemelä, 1999). Den ojämna fördelning av habitat i staden gör att koloniseringen av dessa ytor sker slumpmässigt. I samband med olika grader av mänsklig påverkan gör detta att

stadens grönområden befinner sig i olika successionsstadier, även inom ett och samma habitat.

Angold o.a. (2006) visade att obebyggd och oskött mark i engelska städer håller en oväntat diversifierad flora. Den högsta diversiteten återfinns under markernas tidigare stadier av succession. Diversiteten avtar sedan med tiden då grässorter som *Arrhenatheretum* spp. lätt tar över. I Storbritanien har det rapporterats att impediment i staden tjänar som boplatser åt 35 % av landets sällsynta skalbaggar (Eversham, Roy, & Telfer, 1996). Angold o.a. (2006) visade också att det för många insekters överlevnad är viktigt att habitaterna underhålls, restaureras eller återskapas för att bibehålla det tidiga successionsstadiet.

Att anpassa staden efter insekternas behov

För att gynna pollinerande insekter i staden är det viktigt att parker och grönområden visar på stor variation och artrikedom (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Trots att lokala miljöer indikerar artrika förhållanden kan enformighet skapas sett över ett större område (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). För att detta inte ska ske måste mångformigheten stå i fokus i de olika livsmiljöer som skapas. Med detta menas att mer än en naturtyp måste gynnas i staden.

Spridningskorridorer

New (2015) förklarar att spridningskorridorer generellt fyller sex olika funktionella attribut, baserat på ett koncept framtaget av Hess & Fisher (2001). Spridningskorridorerna kan agera förbindelse, habitat, filter, barriär och "source and sink". Egenskaperna är inte ömsesidigt uteslutande och varierar med områdets storlek och arternas ekologi. Spridningskorridorers främsta funktion är att binda samman gröna områden i staden (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). De skapar även samband som länkar staden till den omgivande landsbygden. Spridningskorridorer kan se ut på många olika sätt. De kan exempelvis bestå av smala remsor vegetation längs med gator och gångstigar. De gröna förbindelserna ska öka djurs möjligheter att förflytta sig mellan olika grönområden. Korridorerna har de senaste åren spelat en viktig roll inom stadsplanering och miljövård (Angold, o.a., 2006). Angold o.a. (2006) har studerat spridningskorridorernas inverkan på växt- och insektspopulationer i urbana miljöer. De insektspopulationer som undersöktes var marklevande skalbaggar och fjärilar.

Undersökningen indikerade att spridningskorridorerna i det undersökta området inte hade någon inverkan på dessa specifika arters möjlighet till förflyttning mellan olika habitat i staden. Angold o.a. (2006) fann att biodiversiteten inte var större i områden med anknytning till spridningskorridorer. Denna studie visar istället på att spridningskorridorerna fyller den viktiga funktionen av habitat (Angold, o.a., 2006). För dessa insektsgrupper är gröna områden sammanknutna av spridningskorridorer inte ett enda stort habitat. De upplevs istället som en rad små habitat av olika typ och kvalité. Gröna öar i linje är en annan typ av spridningskorridor som nämns av Florgård, Mörtberg & Wallsten (1994). De ska hjälpa insekter att "hoppa" från ö till ö och på så sätt förflytta sig genom staden. Även Angold o.a. (2006) såg att små gröna områden som ligger tillräckligt nära varandra har en högre förbindelsen emellan. Detta kan bland annat ses i artsammansättningen och diversiteten av de områden som undersökts.

Filter- och barriärfunktionen hos spridningskorridorer handlar om att dessa kan särskilja olika grönområden från varandra (Hess & Fisher, 2001). Termen 'filter' indikerar att det finns en nivå av genomtränglighet. Filter- och barriärrämsor kan tillåta en del, men kanske inte alla, arter att använda korridoren som passage mellan olika habitat eller områden. En spridningskorridor anpassad till en specifik art eller djurgrupp kan agera barriär eller vara olämplig som passage för andra djurgrupper (Hess & Fisher, 2001). "Source and sink" effekterna av en spridningskorridor är inte lika väldiskuterade (Hess & Fisher, 2001). Termen 'source' avser i detta fall ett habitat där den lokala reproduktionen av en art överskrider dödligheten. Från dessa habitat kan insekter spridas till närliggande områden (New, 2015). Med 'sink' avses ett habitat där dödligheten för en art är högre än den lokala reproduktionen (Hess & Fisher, 2001). Dåligt utformade spridningskorridorer kan agera 'sinks' för populationer som exempelvis är utsatta för predation av större djur.

Privata trädgårdar och impediment i staden

Privata trädgårdar utgör en betydande komponent i urbana landskap (Lerman & Milam, 2016). Den dominerande marktäckningen består här av välskötta och kortklippta gräsmattor. Gräsmattorna kan potentiellt stödja en diversifierad flora av vilda, blommande örter som kan förse pollinerande insekter med föda. Lerman & Milam (2016) fann att 63 stycken växtarter effektivt koloniserade gräsmattorna i privata trädgårdar. De vanligaste växterna i detta sammanhang var maskrosen (*Taraxacum officinale*) och olika arter av klöver (*Trifolium* spp.). I dessa trädgårdar återfanns också ett stort och varierat antal bin. Deras studie pekar på att

vilda, blommande växter kan vara ett viktigt tillskott av födoresurser för pollinerande insekter. Människans önskan om ett varierat växtval i den privata trädgården kan vara en bidragande faktor till ökad biodiversitet i staden (Grimm, o.a., 2008).

Impediment är mark som blivit över efter exploateringen av ett område. I staden utgörs den exempelvis av vägrenar (Isaksson & Lundwall, 2006). En stor del av stadens grönområden utgörs av denna marktyp. Om vägrenarna sköts och planeras rätt kan de ge husrum åt en rik flora som i sin tur kan stötta ett rikt insektsliv. Här finns således stor potential i att vägrenar används för att öka den biologiska mångfalden i staden.

Växtkompositioner för pollinerande insekter

Diversifierade blomsterarrangemang i staden attraherar en mångformig grupp av pollinerande insekter, som sedan bidrar till ökad pollinering av växter med olika typer av blommor (Ghazoul, 2006). Växtvalet spelar en viktig roll för det krävande insektslivet (Isaksson & Lundwall, 2006). Genom att kombinera växter av olika ursprung i planteringarna kan dessa förse insekterna med föda under hela säsongen. Ett överflöde av blommande växter är den primära attraktionen för pollinerande insekter (Salisbury, o.a., 2015). Generellt kommer ett ökat antal blommande växter att attrahera ett ökat antal pollinerare oavsett växternas ursprung. Salisbury o.a. (2015) förklarar att detta är en förenklad syn på växt-insekts relationen och att skillnader kan noteras i pollinerarnas interaktion med växter av olika ursprung. Genom att plantera exotiska blommande växter kunde blomningsperioden förlängas och förse insektspopulationerna med föda under en längre period. Trots detta observerade Salisbury o.a. (2015) att planteringar med växter ur den lokala floran attraherar fler pollinerande insekter än planteringar med exotiska växter. Detta observerades för alla grupper av pollinerande insekter, även för det mycket generaliserande honungsbiet (*A. mellifera*). Även för blomflugor var det tydligt att den lokala floran attraherade flest individer (Salisbury, o.a., 2015). I detta experiment visade solitärbin ingen signifikant preferens mellan lokala och exotiska växter. Detta kan bero på att en del arter är opportunisterna och väljer att samla föda från de mest gynsamma växterna.

För att skapa en hållbar växtkomposition åt pollinerande insekter och deras larver behöver växterna fylla ett antal funktioner (Killingbeck, 1985). De ska delvis ha dekorativa och attraktiva blommor som lockar insekterna att besöka platsen och förser dem med föda i form av nektar och pollen. Planteringen ska även innehålla växter som förser larverna med föda och

skydd. Planteringarna kan bestå av såväl vilda som odlade växter av både lokalt och exotiskt ursprung. I bilaga 1 finns en lista över lämpliga växter att odla för att gynna olika pollinerande insekter.

Värdväxter för bin och humlor

De flesta solitärbin är polylektiska, vilket innebär att de samlar pollen och nektar från mer än en växtfamilj (Naturhistoriska riksmuseet, 2013). Då bina inte är specialiserade har de en säkrare tillgång på föda och ett kortare flygavstånd för att finna en duglig födoväxt. Det finns även ett stort antal oligolektiska bin som endast samlar föda från en växtfamilj (Naturhistoriska riksmuseet, 2013). Ett exempel på oligolektiska bin är blomsovarbina (*Chelostoma campanularum* och *C. rapunculi*). De samlar sin föda från blåklockor (*Campanula* spp.). Om binas värdväxter inte finns kan även de flesta oligolektiska bin tillfälligt samla föda från andra växter. Solitärbin spenderar större delen av sitt liv som larver i bon där de äter pollen som lagrats av en adult bihona (Miller-Klein, 2010). De adulta bina lever endast en kort period, ca 1 månad, under vilken de samlar föda i form av pollen och nektar. Det är därför viktigt att det under denna period finns rätt och tillräcklig föda. Vårpälsbin (*Anthophora plumipes*) är ett bi som kan ses tidigt på våren, redan i mars månad (Miller-Klein, 2010). Vårpälsbin uppskattar de nektarfyllda blommorna av vallörter (*Symphytum* spp.), luktviol (*Viola odorata*) och lungört (*Pulmonaria* spp.). Under april månad dyker Murarbin (*Osmia* spp.) upp (Miller-Klein, 2010). I Sverige finns 14 arter av murarbin var av 3st är rödlistade (Naturhistoriska riksmuseet, 2013). De är väldigt effektiva pollinerare av fruktträd och bärbuskar och kan därför göra nytta i privata trädgårdar (Miller-Klein, 2010). Bladskärbabin (*Megachile* spp.) påträffas oftast senare på säsongen. De samlar pollen från ett stort antal blommor men verkar vara mest attraherade till klintsläktet (*Centaurea* spp.) och bolltistelsläktet (*Echinops* spp.).

I Sverige finns 40 arter av humlor (*Bombus* spp.) listade (Naturhistoriska riksmuseet, 2013). Humlor kan pollinera de flesta frukter och baljväxter och är på så sätt mycket användbara för människan (Carlton, 2010). Humlorna behöver ett mycket proteinrikt pollen då de matar sina larver med detta och de föredrar därför växter ur familjen Fabaceae. Viktiga växter ur familjen Fabaceae är kärringtand (*Lotus corniculatus*) och klöversläktet (*Trifolium* spp.) (Carlton, 2010). Den vanligt förekommande trädgårdshumlan (*Bombus hortorum*) har en längre tunga och har därför specialiserat sig på djupare blommor som exempelvis riddarsporre

(*Consolida regalis*), stormhatt (*Aconitum napellus*), vallört (*Symphytum officinale*) och kaprifol (*Lonicera caprifolium*) (Carlton, 2010). Stenhumlan (*Bombus lapidarius*) har en kortare tunga och föredrar därför sammansatta blommor som exempelvis rödklöver (*Trifolium pratense*) och fältvädd (*Scabiosa* spp.). På grund av sin isolerande teckning kan humledrottningar skådas redan under tidig vår när vädret är svalt (Carlton, 2010). Under denna period är de mycket beroende av pollen och nektar från tidigt blommande trädgårdsväxter. Humlor är även viktiga pollinerare av bärbuskar som exempelvis svarta vinbär (*Ribes nigrum*) och krusbär (*Ribes uva-crispa*) och fruktträd som körsbär och plommon (*Prunus* spp.). När planteringar görs med humlor i åtanke är det fördelaktigt att plantera ett fåtal arter i stora bestånd (Carlton, 2010). Detta beror på att humlan måste lära sig att hantera och samla föda från varje art den besöker. Genom att plantera många exemplar av samma art underlättas humlans arbete.

Värdväxter för fjärilar och deras larver

Vid val av plats för en plantering ämnad åt fjärilar är en relativt öppen och solexponerad yta att föredra (Killingbeck, 1985). De flesta fjärilar trivs bäst i soliga lägen och växtvalet bör då anpassas efter detta. Det finns ett stort antal lämpliga växter som nektarkälla för fjärilar, allt från stora buskar till ettåriga örter (Killingbeck, 1985). De mest attraktiva blommorna tycks vara öppna och platta blommor, exempelvis korgblommiga växter av familjen Asteraceae. Fjärilar attraheras även till små rörformiga blommor som exempelvis arter av *Buddleja* och *Heliotropium*. För att tillgodose fjärilarnas behov under hela säsongen bör blommande växter finnas tillgängliga från tidig vår till sen höst (Killingbeck, 1985). Under tidig vår förekommer ett mindre antal fjärilar som exempelvis Nässelfjärilen, *Aglais urticae*. Växter som kan förse dessa fjärilar med föda är exempelvis arter av Travar (*Arabis* spp.) och Maskrosor (*Taraxacum* spp.) (Killingbeck, 1985). Tillgänglig föda är avgörande för de tidiga fjärilarnas reproduktion och i sin tur den kommande generationen under sommaren. Under denna period är ettåriga sommarblommor en värdefull födokälla. Sommarblommorna bör sås i en tidsföljd som gör att de avlöser varandra och gör födan tillgänglig under större delen av sommaren (Killingbeck, 1985). Även under sensommaren och hösten behövs ett antal blommande växter åt de fjärilar som övervintrar som adulta. Kinesisk kärleksört (*Hylotelephium specabile*) och sena sorter av Krysantemum (*Chrysanthemum*) kan exempelvis odlas i detta syfte (Killingbeck, 1985). Flest fjärilar attraheras om planteringen är stor men endast består av ett fåtal arter åt gången. Tillskillnad från de adulta fjärilarna har larverna ofta värdspecifika växter och en komplex

relation till omgivningen. Fjärilslarver inom samma familj livnär sig ofta på en viss typ av växt (Miller-Klein, 2010). Larver av gräsfjärilar, underfamiljen *Satyrinae* äter, som namnet indikerar, olika typer av gräs exempelvis timotej (*Phleum pratense*) och hundäxing (*Dactylis glomerata*). Fjärilar av släktet *Vanessa* lägger sina ägg på brännässlor (*Urtica dioica*) och pingstistlar (*Carduus* spp.) där larverna sedan lever och äter av växterna (Miller-Klein, 2010). Fjärilarna föredrar att lägga sina ägg på större ytor av växtlighet som står soligt under dagen och fördelaktigt finns i närheten av de adulta fjärilarnas nektarblommor. Vitfjärilar är en stor familj med 14 arter i Sverige var av ett fåtal är kända växtskadegörare, exempelvis kålfjärilen (*Pieris brassicae*) (Pettersson & Åkesson, 2011). Som namnet antyder lever larverna av växter inom familjen korsblommiga växter (Brassicaceae) (Miller-Klein, 2010). Larver äter exempelvis olika sorters kål (*Brassica* spp.) eller löktrav (*Alliaria petiolata*). Även citronfjärilen (*Gonepteryx rhamni*) tillhör denna familj. Citronfjärilen lägger sina ägg på larvens värdväxter som består av getaplar (*Rhamnus* spp.) och brakved (*Fragula alnus*).

Värdväxter för blomflugor och deras larver

Många av växterna som attraherar fjärilar är även attraktiva för andra pollinerare som exempelvis blomflugor och guldögonsländor (Miller-Klein, 2010). Dessa insekter är inte endast viktiga pollinerare utan kan också användas för att bekämpa bladlöss. I Sverige finns ca 150 arter av blomflugor vars larver äter bladlöss och ibland även spinnkvalster (Jordbruksverket, 2016). De vuxna blomflugorna söker aktivt efter bladluskolonier när de ska lägga sina ägg. Blomflugorna väljer tidpunkten för äggläggningen noga vilket innebär att äggen läggs i nybildade bladluskolonier. Blomflugor föredrar enkla blommor, framför fyllda blommor, då pollen och nektar är mer lättillgängligt i dessa (Miller-Klein, 2010). Enkla blommor av exempelvis tagetes (*Tagetes* spp.) är attraktiva för dessa insekter. Åruller som heliotrop (*Heliotropium arborescens*) och olika arter av tobak (*Nicotiana* spp.) kan planteras ut under våren för att locka blomflugor (Miller-Klein, 2010). Narcissblomflugans larver (*Merodon* spp.) lever av de underjordiska växtdelarna av växter inom familjerna Amaryllidaceae, Iridaceae och Hyacinthaceae medan de adulta flygorna föredrar pollen från blommor av Apiaceae (Jovičić, o.a., 2017). Örtblomflugor (*Cheilosia* spp.) livnär sig under våren främst av blommande vide och sälg (*Salix* spp.) (Ståhl, Vujić, & Milankov, 2008). Fristående, solexponerade ädellövträd, aspar eller sälgar är viktiga miljöer för många insektsarter (Isaksson & Lundwall, 2006). Träden erbjuder förutom pollen håligheter, mindre savflöden, barklösa partier och vattenfyllda

grenhåll. Under sommaren besöker örtblomflugor olika vita blommor i familjen Asteraceae eller gula blommor som exempelvis smörblommor (*Ranunculus* spp.) (Ståhl, Vujić, & Milankov, 2008).

Boplatser för pollinerande insekter

Solitärbin har fått sitt namn eftersom att de vanligen inte bildar bisamhällen (Miller-Klein, 2010). Alla honor är fertila och föder upp sin egen avkomma i små celler som de bygger i sina bon. Solitärbin bostätter sig ofta i marken och gynnas av en boplatz med tillräcklig solinstrålning och torra jordar (Tscharntke, Gathmann, & Steffan-Dewenter, 1998). Tillgången på lämpliga boplatser är viktig för de pollinerande insekternas överlevnad och varje art har ett specifikt behov av boplatz (Miller-Klein, 2010). En del solitärbin lever i hål i marken eller i sandiga jordar, andra lever i gamla murar och stenvägg. Solitärbin bygger även sina bon i gamla håliga träd eller död ved. I staden kan bristen på boplatser åtgärdas genom byggandet av insektshotell (Miller-Klein, 2010). Murarbin tycks vara mycket förtjusta i dessa. Insektshotell kan byggas genom borrhånen av små hål och tunnlar i gamla tegelstenar eller obehandlat trä. Ett knippe avskurna bambustavar eller döda stjälkar av miskantus (*Miscanthus* spp.) kan också knytas ihop och bindas upp i ett träd. Insektshotellen bör placeras i ett soligt läge minst en meter ovanför marken. Humledrottningar bygger sina bon under tidig vår (Carlton, 2010). Dessa kan finnas i hål i marken som exempelvis gamla sorkbon eller under torra löv- och mosshögar. De kan även bosätta sig i gamla murar och stenpartier eller i områden med större grästuvor.

I sitt naturliga habitat lever vissa fjärilar i steniga partier av kalksten och krita, där trivs de mycket bra (Miller-Klein, 2010). Dessa områden förser fjärilarna med en ljus, reflektiv och varm yta. Det är ännu osäkert vilken av dessa kvalitéer som är viktigast för fjärilarnas trevnad. I områden där fjärilens värdväxter planteras kan högar av block (>200–630 mm), stenar (>63–200 mm) och grus (>2–63 mm) av dessa material placeras ut (Larsson, 2008; Miller-Klein, 2010).

Diskussion

Vid främjandet av pollinerande insekter i staden kan en del konflikter uppstå mellan människan och det vi kallar för naturen (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Denna konflikt är mycket aktuell när staden betraktas eller utvärderas som en biotopresurs. Människan har en stark tradition av att hålla efter och kämpa mot naturen, som innefattar både oönskade växter och djur. Detta är i grunden en positiv egenskap som gynnat människans hälsa och välbefinnande i staden (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Via hygieniska åtgärder har människan minskat antalet skadedjur och ogräs i våra bostadsområden. Konflikten uppstår när detta hygieniska tänk dras för långt och påverkar den omgivande naturen negativt (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Ett nytt inslag i denna konflikt är att människan på senare tid har skapat mycket starka medel för att konkurrera med naturen. Bekämpandet av oönskade växter, ogräs, har lett till ett minskat antal värdväxter för insekter som exempelvis fjärilar. Människans traditionella syn på stadens grönområden har exempelvis lett till stor enformighet i parker och trädgårdar (Florgård, Mörtberg, & Wallsten, 1994). Traditionella rabatter, buskage och träd har dominerat dessa områden under det senaste århundradet. Valet av växter har här varit estetiskt och inte haft någon funktion för stadens insekter. Markvegetation i buskage har exempelvis setts som ett ogräsproblem istället för en resurs som kan gynna många smådjur. Resultaten i denna litteraturstudie indikerar att staden kan agera habitat åt en mängd vilda pollinerande insekter. Kombinationen av nektarrika planteringar och byggandet av boplatser kan föra arbetet i rätt riktning. Det som eventuellt står i vägen för detta är människans syn på ogräs och skadegörande insekter i våra städer.

Stadens grönområden är inte endast en biotopresurs i arbetet mot biologisk mångfald, de skapades för att tillgodose människans behov av natur (Andersson, 1982). Detta reflekteras också i utformningen av parker och trädgårdar. Grönområden och parker i staden ska fylla olika behov som exempelvis fysisk rekreation och social kontakt. För att människan ska uppleva dessa ytor som positiva bör de vara vårdade och ansade (Burman, 1980). Detta kräver i sin tur en intensiv skötsel som inte alltid är möjlig. För att underlätta rationell skötsel av grönytor används då formelement som exempelvis kortklippta gräsmattor. I dessa gräsmattor vill man sedan undvika och bekämpa intrång av ogräs som exempelvis maskrosor. Konflikten uppstår här i att ogräs som maskrosor, tistlar och brännässlor är viktiga för pollinerande insekters överlevnad (Killingbeck, 1985; Lerman & Milam, 2016; Miller-Klein, 2010). I Malmö

gjordes 2009 en studie som undersökte dagfjärilars artrikedom och förekomst i stadens grönområden (Öckinger, Dannestam, & Smith, 2009). Studien undersökte olika typer av grönområden i staden och fann att traditionella parker hade det minsta antalet fjärilar på både art- och individnivå. Studien fann också att ruderatmarker, främst övergivna industriområden med naturligt återetablerad växtlighet i ett tidigt successionsstadium, hade den högsta diversiteten och det högsta antalet fjärilar. Detta indikerar att stadens olika grönområden kan vara mer eller mindre lämpade som en biotopresurs i gynlandet av pollinerande insekter.

Alla pollinerare kan inte gynnas i staden förklarar Carlton (2010). Han förklarar att det endast är ett fåtal arter av humlor som trivs i stadens grönområden trots tillräckliga födoresurser och boplatser. Dessa trädgårdshumlor, exempelvis arten *B. hortorum*, är välanpassade till trädgården som habitat och är mycket beroende av de tidigt blommande trädgårdsväxterna. Sällsynta arter av humlor behöver mer specialiserade habitat (Carlton, 2010). De behöver stora, orörda ytor bestående av vilda ängar med lång hävd, fyllda av blommande rödklöver (*T. pratense*) och kärringtand (*L. corniculatus*). Carlton (2010) förklarar att dessa humlor inte kan gynnas genom planteringar i staden, utan är beroende av hållbara förändringar i jordbrukslandskapet.

Vitfjärilarna (Pieridae) är en familj fjärilar som är mycket vanliga i det svenska landskapet (Haldén, 2014). En del arter i familjen, exempelvis kålfjärilen (*P. brassicae*) och rapsfjäril (*P. napi*), räknas som skadegörare. De kan orsaka stor skada i trädgårdar och små odlingar av kålväxter (*Brassica spp.*). I stora rapsfält gör fjärilarnas skada ingen märkbar skillnad på skörden. Att gynna dessa pollinerande insekter i staden kan innebära ett högre skadetryck på privata trädgårdsodlingar (Haldén, 2014). Detta kan i sin tur leda till ännu en konflikt mellan människan och naturen. Florgård, Mörtberg, & Wallsten (1994) förklarar att en del insektsangrepp kanske måste accepteras i arbetet mot ökad biologisk mångfald.

Frågan om vilka pollinerande insekter som kan gynnas är lättare att besvara än frågan om vilka pollinerande insekter människan faktiskt vill gynna. Detta dilemma kan även appliceras på vissa arter av blomflugor vars larver är rovdjur (Miller-Klein, 2010). För att dessa blomflugor ska frodas måste såväl nektarväxter som larvernas föda, alltså bladlöss, finnas tillgängliga i planteringarna. Detta innebär i sin tur att bladlössen inte bör bekämpas med exempelvis pesticider, vilket kan tyckas kontroversiellt av en del odlare.

Listor över vilka växter som kan odlas i staden för att gynna pollinerande insekter är långa och varierade (Carlton, 2010). Rapporter och undersökningar rekommenderar olika växter som föda för insekterna. En av anledningarna till detta är ett begrepp som kallas "flower constancy". Begreppet syftar till beteendet hos en bikoloni som endast väljer att samla pollen från en specifik växtart, så länge denna finns tillgänglig (Carlton, 2010; Goulson D. , 2010). Genom att koncentrera sitt pollensamlade till endast en eller ett fåtal växtarter kan bin spara energi och maximera effektiviteten i sitt födosökande. I blomsterplanteringar kan detta innebära att bin förbiser många värdefulla eller avsiktligt planterade växter, vilket kan skapa förvirring hos anläggarna. För att underlätta för vilda bin rekommenderas därför att man planterar många exemplar av ett fåtal nyttiga växtarter, snarare än få exemplar av många olika växtarter (Carlton, 2010). Fjärilslarver har till skillnad från de adulta individerna mycket specifika värdväxter (Killingbeck, 1985). Finns dessa inte tillgängliga i närheten av nektarväxterna har fjärilarna ingenstans att lägga sina ägg. Fjärilarna behöver alltså väldigt specifika växter för deras larver i kombination med nektarrika växter åt de vuxna individerna. Växtlistor kan innehålla arter av olika ursprung. Exotiska växter kan förlänga blomsäsongen för de pollinerande insekterna men de växter som lockar flest insekter tillhör den lokala floran (Salisbury, o.a., 2015).

De pollinerande insekterna påverkas olika av fragmenteringen i staden. Vissa fjärilar kan exempelvis förflytta sig mellan stadens olika habitat (Angold, o.a., 2006). För dessa fjärilar är en sammanhängande grönstruktur i staden inte den avgörande faktorn för arternas fortlevnad. Det är istället habitatets kvalité, dvs tillgången på nektarrika blommor och lämpliga växter för äggläggning, som är de viktiga faktorerna. Andra pollinerande insekter, exempelvis vissa arter av blomflugor påverkas negativt av fragmentering (Jovičić, o.a., 2017). Trots möjligheten att förflytta sig mellan habitat, är de flesta arterna inte migrerande. Även solitärbin och andra steklar påverkas av fragmenteringen av habitat. Större bin påverkas i regel mindre än små bin då deras storlek kan korreleras till avståndet de kan flyga. Fragmenterade områden koloniserar därför lättare av större bin då de kan flyga längre för att finna föda i artfattiga områden.

Denna litteraturstudie visar på att staden har potential att agera habitat åt vissa pollinerande insekter. När staden utvärderas för detta ändamål kan generaliseringar inte göras mellan de olika pollinerande insekterna. Insekterna besitter olika kvalitéer som gör dem

mer eller mindre anpassade för livet i staden. Detta bör även tas i åtanke när boplatser byggs och födoväxter planteras. Det är viktigt att veta vilka insekter som ska eller kan gynnas i staden. Det är också viktigt att känna till interaktionen mellan insekten, växten och andra djur i staden.

Referenslista

- Andersson, S.-I. (1982). Stadens parker igår, idag, imorgon. I: B. Persson, (red), *Stadens Uterum*. Malmö: STAFs Förlag. ss. 23-28
- Angold, P. G., Sadler, J. P., Hill, M. O., Pullin, A., Rushton, S., Austin, K., . . . Thompson, K. (2006). Biodiversity in urban habitat patches. *Science of the Total Environment* vol. 360, ss. 196-204.
- Bartsch, H. (2009). *Tvåvingar: Blomflugor 1*. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Tillgänglig:
http://www.nationalnyckeln.se/sv/bokverket/publicerade_volymer/blomflugor_1/
[2017.07.07.]
- Bates, A. J., Sadler, J. P., Grundy, D., Lowe, N., Davis, G., Baker, D., . . . Young, H. (2014). Garden and Landscape-Scale Correlates of Moths of Differing Conservation Status: Significant Effects of Urbanization and Habitat Diversity. *PLoS One* 9(1): e86925.
- Blüthgen, N., & Klein, A.-M. (2011). Functional complementarity and specialisation: The role of biodiversity in plant–pollinator interactions. *Basic and Applied Ecology* vol. 12, ss. 282-291.
- Burman, U.-S. (1980). *Skötselhandboken - Mark och växtlighet i parker och trädgårdar*. Stockholm: Byggforskningsrådet.
- Carlton, M. (2010). Bumblebees. I J. Miller-Klein, *Gardening for Butterflies, Bees and other beneficial insects*. Whitford: Saith Ffynnon Books. ss. 131-134
- Cunningham, J. P., Moore, C. J., Zalucki, M. P., & West, S. A. (2004). Learning, odour preference and flower foraging in moths. *The Journal of Experimental Biology* vol. 207, ss. 87-94.
- Ekroos, J., Rundlöf, M., & Smith, H. G. (2013). Trait-dependent responses of flower-visiting insects to distance to semi-natural grasslands and landscape heterogeneity. *Landscape Ecology* vol. 28, ss. 1283–1292.
- Eversham, B. C., Roy, D. B., & Telfer, M. G. (1996). Urban, industrial and other manmade sites as analogues of natural habitats for Carabidae. *Annales Zoologici Fennici* vol. 33, ss. 149-156.
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* vol. 34, ss. 487-515.
- Fenoglio, M. S., Videla, M., Salvo, A., & Valladares, G. (2013). Beneficial insects in urban environments: Parasitism rates increase in large and less isolated plant patches via enhanced parasitoid species richness. *Biological Conservation* vol 164, ss. 82-89.

- Florgård, C., Mörtberg, U., & Wallsten, M. (1994). *Växter och djur i stadsnatur - Skydd, skötsel och utveckling av tätortsbiotoper*. Stockholm: Byggforskningsområdet.
- Fuller, R. M. (1987). The changing extent and conservation interest of lowland grasslands in England and Wales: A review of grassland surveys 1930–1984. *Biological conservation* vol 40, ss. 281-300.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., & Cunningham, S. A. et al. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science* vol. 339 ss. 1608-1611.
- Gathmann, A., & Tscharntke, T. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* vol. 71, ss. 757-764.
- Ghazoul, J. (2006). Floral diversity and the facilitation of pollination. *Journal of Ecology* vol. 94, ss. 295-304.
- Gill, R. J., Baldock, K. C., Brown, M. J., Cresswell, J. E., Dicks, L. V., Fountain, M. T., & Garrat, M. P. et al. (2016). Protecting an Ecosystem Service: Approaches to Understanding and Mitigating Threats to Wild Insect Pollinators. *Advances in Ecological Research* vol. 54, ss. 135-206.
- Goulson, D. (2010). *Bumblebees - Behaviour, ecology and conservation*. 2. uppl. New York: Oxford University Press.
- Goulson, D., & Cory, J. S. (1993). Flower constancy and learning in foraging preferences of the green-veined white butterfly *Pieris napi*. *Ecological Entomology* vol. 18, ss. 315-320.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Xuemei, B., & Briggs, J. M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science* vol. 319, ss. 756-760.
- Gödde, M., Richarz, N., & Walter, B. (1995). Habitat conservation and development in the city of Düsseldorf, Germany. *Urban Ecology as the Basis for Urban Planning*, ss. 163-171.
- Haldén, P. (2014). *Fjärilar i odlingslandskapet - Vitfjärilar*. Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd20022/1402561737646/ovr308_16.pdf [20.07.17]
- Herbertsson, L., Lindström, S. A., Rudlöf, M., Bommarco, R., & Smith, H. G. (2016). Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape. *Basic and Applied Ecology* vol. 17, ss. 609-616.
- Hess, G. R., & Fisher, R. A. (2001). Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning* vol. 55, ss. 195-208.

- Hinners, S. J., Kearns, C. A., & Wessman, C. A. (2012). Roles of scale, matrix, and native habitat in supporting a diverse suburban pollinator assemblage. *Ecological Applications* vol. 22, ss. 1923-1935.
- Holt, R. D., Lawton, J. H., Polis, G. A., & Martinez, N. D. (1999). Trophic Rank and the Species-Area Relationship. *Ecology*, vol. 80, ss. 1495-1504.
- Inouye, D. W., Larson, B. M., Ssymank, A., & Kevan, P. G. (2015). Flies and flowers III: Ecology of foraging and pollination. *Journal of pollination ecology* vol. 16, ss. 115-133.
- Isaksson, I. & Lundwall, U. (2006). *Närnaturboken - Idéer för att utveckla biologisk mångfald*. Huskvarna: Svenska naturskyddsföreningen & Centrum för biologisk mångfald.
- Jani, A., Kunte, K., & Webb, E. L. (2016). Flower specialization of butterflies and impacts of non-native flower use. *Biological Conservation* vol. 201, ss. 184-191.
- Johansson, F. (2015). *Biologisk mångfald i dammar i stadsmiljö*. Uppsala: Centrum för biologisk mångfald.
- Jordbruksverket. (2016). *Blomflugor*. Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/blomflugor.4.373db8e013d4008b3a180002743.html> [13.07.17]
- Jordbruksverket. (2017). *Honungsbin*. Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/honungsbin.4.37e9ac46144f41921cd14d49.html> [10.08.17]
- Jovičić, S., Burgio, G., Diti, I., Krašić, D., Markov, Z., Radenković, S., & Vujić, A. (2017). Influence of landscape structure and land use on Merodon and Cheilosia (Diptera: Syrphidae): contrasting responses of two genera. *Journal of Insect Conservation* vol. 21, ss. 53-64.
- Killingbeck, J. (1985). *Creating and maintaining a garden to attract butterflies*. Walsall: National Association for Environmental Education.
- Larsson, R. (2008). *Jords egenskaper*. Linköping: Statens Geotekniska Institut.
- Lerman, S. B., & Milam, J. (2016). Bee Fauna and Floral Abundance Within Lawn-Dominated Suburban Yards in Springfield, MA. *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 0, 1-11.
- Lindström, S. A., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Bommarco, R., & Smith, H. G. (2016). Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop. *Proceedings of the Royal Society B* vol. 283, ss. 1-8.

- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C., & Minor, E. S. (2015). Diversity of wild bees supports pollination services in an urbanized landscape. *Oecologia* vol. 179, ss. 811-821.
- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C., Xiao, I., Silva, A. M., & Minor, E. S. (2014). Humans, bees, and pollination services in the city: the case of Chicago, IL (USA). *Biodiversity and Conservation* vol. 23, ss. 2857-2874.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* vol. 127, ss. 247-260.
- Miller-Klein, J. (2010). *Gardening for Butterflies, Bees and other beneficial insects*. Whitford: Saith Ffynnon Books.
- Naturhistoriska riksmuseet (2013). *Bin, vildbin, getingar*. Naturhistoriska riksmuseet.
Tillgänglig:
<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/steklar/getingar/binvildbingetingar.14451.html> [12.07.17]
- New, T. R. (2015). *Insect Conservation and Urban Environments*. Melbourne: Springer International Publishing.
- Niemelä, J. (1999). Is there a need for a theory of urban ecology? *Urban Ecosystems* vol. 3, ss. 57-65.
- Pettersson, M.-L., & Åkesson, I. (2011). *Trädgårdens växtskydd*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Rader, R., Barthomeus, I., Garibaldi, L. A., Garratt, M., Howlett, B. G., & Winfree, R. o.a. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, vol. 113 ss. 146-151.
- Ranta, E., & Lundberg, H. (1980). Resource partitioning in bumblebees: The significance of differences in proboscis length. *Oikos* vol. 35, ss.298-302.
- Salisbury, A., Armitage, J., Bostock, H., Perry, J., Tatchell, M., & Thompson, K. (2015). Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology* vol. 52, ss. 1156-1164.
- Sjöman, H., & Slagstedt, J. (2015). *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Steffan-Dewenter, I., & Kuhn, A. (2003). Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 270, ss. 569-575.
- Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2000). Butterfly community structure in fragmented habitats. *Ecology Letters*, vol. 3, ss. 449-456.

- Stewart, A.J.A., New, T.R., & Lewis, O.T. (2005). Insect Conservation Biology - Proceedings of the Royal Entomological Society's 23rd Symposium. *Insect Conservation Biology*. Falmer: The Royal Entomological Society 2007.
- Ståhls, G., Vujić, A., & Milankov, V. (2008). *Cheilosia vernalis* (Diptera, Syrphidae) Complex: Molecular and Morphological Variability. *Annales Zoologici Fennici* vol. 45, ss. 149-159.
- Thomas, J.A., Telfer, M.G., Roy, D.B, Preston, C.D., Greenwood, J.J.D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R.T. and Lawton, J.H. (2004). Comparative losses of British butterflies, birds and plants, and the global biodiversity crisis. *Science*, vol. 303, ss. 1879-1881.
- Thomson, D. (2004). Competitive interactions between the invasive european honey bee and native bumble bees. *Ecology* vol. 85, ss. 458-470.
- Tscharntke, T., & Brandl, R. (2004). Plant-Insect Interactions in Fragmented Landscapes. *Annual Reviews* vol. 49, ss. 405-430.
- Tscharntke, T., Gathmann, A., & Steffan-Dewenter, I. (1998). Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of Applied Ecology* vol. 35, ss. 708-719.
- Wather-Hellwig, K., Fokul, G., Frankel, R., Büchler, R., Ekschmitt, K. et al. (2006). Increased density of honeybee colonies affects foraging bumblebees. *Apidologie* vol. 37, ss.571-532.
- Weiss, M. R. (1997). Innate colour preferences and flexible colour learning in the pipevine swallowtail. *Animal Behavior* vol. 53, ss. 1043-1052.
- Öckinger, E., Dannestam, Å., & Smith, H. G. (2009). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning* vol. 93, ss. 31-37.

Bilaga 1 – Växtlista

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Blomperiod	Insekter som gynnas	Referenser
<i>Achillea millefolium</i>	Röllika	Juni - Okt	Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
Amaryllidaceae	Amaryllisväxter		<i>Merodon spp.</i> larver	(Jovičić, o.a., 2017)
<i>Argyranthemum frutesens</i>	Buskmarguerit	Juni - Okt	Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Brassicaceae</i>	Korsblommiga växter		<i>Pieridae spp.</i> larver	(Killingbeck, 1985; Miller-Klein, 2010)
<i>Buddleia davidii</i>	Syrenbuddleja	Juli - Aug	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Buddleia x weyeriana</i>	Weyerbuddleja	Juli - Nov	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Campanula spp.</i>	Blålockor		Solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Centaurea spp.</i>	Klintar		Solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Cerinth spp.</i>	Vaxblommor	Mars - April	Solitärbin, Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Cirsium spp.</i>	Tistelsläktet	Juli - Sept	Fjärilar, humlor, solitärbin	(Killingbeck, 1985; Miller-Klein, 2010)
<i>Chrysanthemum spp.</i>	Krysantemum		Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Coriandrum sativum</i>	Koriander	Juni - Juli	Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Cosmos bipinnatus</i>	Rosenskära	Juli - Sept	Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Cytisus scoparius</i>	Harris	Maj - Juni	Fjärilar, humlor	(Killingbeck, 1985; Miller-Klein, 2010)
<i>Digitalis grandiflora</i>	Gul fingerborgsblomma	Juli - Aug	Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Digitalis lutea</i>	Liten fingerborgsblomma	Juli - Aug	Solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Digitalis purpurea</i>	Fingerborgsblomma	Juni - Juli	Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Echinops spp.</i>	Bolltistlar	Juli - Aug	Humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Fragula alnus</i>	Brakved		<i>Gonepteryx rhamni</i> larver	(Killingbeck, 1985; Miller-Klein, 2010)
<i>Heliotropium arborescens</i>	Heliotrop	Sept - Nov	Fjärilar, blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Hyacinthaceae</i>	Hyacintväxter		<i>Merodon spp.</i> larver	(Jovičić, o.a., 2017)
<i>Hylotelephium spectabile</i>	Kinesisk kärleksört	Aug- Sept	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Hylotelephium telephium</i>	Kärleksört	Aug- Sept	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
Iridaceae	Irisväxter		<i>Merodon spp.</i> larver	(Jovičić, o.a., 2017)
<i>Lamium album</i>	Vitplister	Maj - Sept	Humlor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Lamium purpureum</i>	Rödplister	April - Okt	Humlor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Lavendula angustifolia</i>	Lavendel	Juli - Aug	Fjärilar, humlor	(Carlton, 2010; Killingbeck, 1985)
<i>Lobularia maritima</i>	Strandkrassing	Juni - Sept	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Lonicera x purpusii</i>	Vintertry	Feb - April	Humlor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Lotus corniculatus</i>	Kärringtand	Juni - Juli	Humlor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Mentha aquatica</i>	Vattenmynta	Juli - Okt	Fjärilar, humlor	(Killingbeck, 1985; Miller-Klein, 2010)
<i>Nepeta cataria</i>	Kattmynta	Juli - Aug	Humlor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Nicotiana spp.</i>	Tobak	Aug- Sept	Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Onopordum acanthium</i>	Ulltistel	Juli - Sept	Fjärilar, humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)

<i>Origanum vulgare</i>	Kungsmynta	Juli - Sept	Fjärilar, humlor	(Carlton, 2010; Killingbeck, 1985)
<i>Phleum pratense</i>	Timotej		<i>Satyrinae spp.</i> larver	(Miller-Klein, 2010)
<i>Pulmonaria obscura</i>	Lungört	April - Maj	Humlor, solitärbin	(Carlton, 2010)
<i>Pyrus malus ssp. sylvestris</i>	Vildapel	Mars - April	Humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rosmarin	Mars - April	Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Salix caprea</i>	Sälg	Mars	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Salvia officinalis</i>	Kryddsalvia		Humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Salvia pratensis</i>	Ängssalvia	Juni - Juli	Humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Scenecio vulgaris</i>	Korsört		Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Stachys byzantina</i>	Lammöron	Juli - Aug	Humlor, solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Symphytum grandiflorum</i>	Kaukasisk vallört	Maj - Juni	Solitärbin	(Miller-Klein, 2010)
<i>Tagetes spp.</i>	Tagetessläktet		Blomflugor	(Miller-Klein, 2010)
<i>Taraxacum officinale</i>	Maskros	Mars - Juni	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Thymus spp.</i>	Timjan	Juni - Juli	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Trifolium medium</i>	Skogsklöver	Juni - Aug	Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Trifolium pratense</i>	Rödklöver	Juni - Okt	Humlor	(Carlton, 2010)
<i>Urtica dioica</i>	Brännässla		<i>Vanessa spp.</i> larver	(Miller-Klein, 2010)
<i>Valeriana officinalis</i>	Vänderot	Juni - Sept	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Verbena officinalis</i>	Järnört	Juni - Sept	Fjärilar	(Killingbeck, 1985)
<i>Viola odorata</i>	Luktviol	April - Maj	Solitärbin	(Miller-Klein, 2010)